



Derwent WPI

(c) 2006 The Thomson Corporation. All rights reserved.

0005727594

WPI Acc no: 1991-341753/199147

XRPX Acc No: N1991-261703

**Ion beam collimation measurement method - using upstream and downstream beam positions and related time-dependent change in scanning position to determine beam collimation**

Patent Assignee: NISSHIN ELECTRICAL CO LTD (NDEN); NISSIN ELECTRIC CO LTD (NDEN)

Inventor: ISOBE M

Patent Family: 8 patents, 5 countries

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Update	Type
EP 457321	A	19911121	EP 1991107947	A	19910516	199147	B
JP 4022900	A	19920127	JP 1990127230	A	19900517	199210	E
US 5180918	A	19930119	US 1991700451	A	19910515	199306	E
EP 457321	A3	19920318	EP 1991107947	A	19910516	199326	E
KR 199409197	B1	19941001	KR 19918027	A	19910517	199635	E
EP 457321	B1	19970115	EP 1991107947	A	19910516	199708	E
DE 69124136	E	19970227	DE 69124136	A	19910516	199714	E
			EP 1991107947	A	19910516		
<b>JP 2969788</b>	<b>B2</b>	<b>19991102</b>	<b>JP 1990127230</b>	<b>A</b>	<b>19900517</b>	<b>199951</b>	<b>E</b>

Priority Applications (no., kind, date): JP 1990127230 A 19900517

Patent Details

Patent Number	Kind	Lang	Pgs	Draw	Filing Notes	
EP 457321	A	EN				
Regional Designated States, Original	DE FR GB IT					
US 5180918	A	EN	13	12		
EP 457321	A3	EN				
EP 457321	B1	EN	17	12		
Regional Designated States, Original	DE FR GB IT					
DE 69124136	E	DE			Application	EP 1991107947
					Based on OPI patent	EP 457321
JP 2969788	B2	JA	10		Previously issued patent	JP 04022900

Alerting Abstract EP A

The method, of measuring the collimation of an ion beam used for electrostatically-controlled collimated scanning, comprises a number of steps. Firstly, the ion beam is electrically detected to determine a time-dependent change in a scanning position of the beam at both an upstream and downstream position.

The upstream and downstream positions of the beam are then determined at mutually corresp. times based on the time-dependent change determination, and the degree of beam collimation is determined based on the relationship between the upstream and downstream positions.

ADVANTAGE - Easy to correctly achieve shaping of scanning waveforms. @(15pp

Dwg.No.1/12)@

### **Equivalent Alerting Abstract US A**

The method involves electrically detecting the ion beam at two locations dependent change in a scanning position of the ion beam at both locations. The first location is closer to the ion beam source than the second location.

Positions of the ion beam are determined at the locations at mutually corresp. times based on the time-dependent change determination. A degree of collimation of the ion beam is determined based on a relationship between the positions of the ion beam at the locations.

ADVANTAGE - Abnormal collimation of ion beam detected in simple but reliable way.

## **Original Publication Data by Authority**

### **Original Abstracts:**

A method of measuring collimation of an ion beam used for electrostatically-controlled collimated scanning includes the steps of electrically detecting the ion beam to determine the time-dependent change in the scanning position of the ion beam both at an upstream location and at a downstream location of the ion beam, determining upstream and downstream positions of the ion beam at mutually corresponding times based on the time-dependent change determination, and determining the degree of collimation of the ion beam based on the relationship between the upstream and downstream positions.

A method of measuring collimation of an ion beam used for electrostatically-controlled collimated scanning includes the steps of electrically detecting the ion beam to determine the time-dependent change in the scanning position of the ion beam both at an upstream location and at a downstream location of the ion beam, determining upstream and downstream positions of the ion beam at mutually corresponding times based on the time-dependent change determination, and determining the degree of collimation of the ion beam based on the relationship between the upstream and downstream positions.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2969788号

(45)発行日 平成11年(1999)11月2日

(24)登録日 平成11年(1999)8月27日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 2 1 K 5/04  
G 0 1 T 1/29  
H 0 1 J 37/04  
H 0 1 L 21/265

G 2 1 K 5/04 C  
G 0 1 T 1/29 A  
H 0 1 J 37/04 A  
H 0 1 L 21/265 T

請求項の数6 (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平2-127230

(22)出願日 平成2年(1990)5月17日

(65)公開番号 特開平4-22900

(43)公開日 平成4年(1992)1月27日

審査請求日 平成8年(1996)12月17日

(73)特許権者 999999999

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72)発明者 磯部 倫郎

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

日新電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 山本 恵二

審査官 田邊 英治

(56)参考文献 特開 平2-5346 (J P, A)

特開 平3-17947 (J P, A)

特開 昭61-263038 (J P, A)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 イオンビームの平行度測定方法、走査波形整形方法およびイオン注入装置

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】電気的に平行走査されるイオンビームを電気的に検出してその走査位置の時間的変化を表す関数をイオンビームの上流側および下流側についてそれぞれ求め、この関数に基づいて、互に対応する時刻におけるイオンビームの前記上流側での位置および前記下流側での位置を求め、そしてこの両方の位置の関係によってイオンビームの平行度を定量的に求めることを特徴とするイオンビームの平行度測定方法。

【請求項2】前述したイオンビームの電気的検出に、イオンビームの上流側と下流側とに設けられていて、イオンビームを電気的に検出する複数のビーム検出点がイオンビームの走査方向に並設されかつ各ビーム検出点の位置が予め分かっている二つの多点ビームモニタを用いることを特徴とする請求項1記載のイオンビームの平行度

2

測定方法。

【請求項3】電気的に平行走査されるイオンビームを電気的に検出してその走査位置の時間的変化をイオンビームの上流側および下流側についてそれぞれ求め、その結果に基づいて、イオンビームの上流側および下流側での計測位置とターゲットとの位置関係からターゲット上でのイオンビームの走査位置の時間的変化を求め、そしてこのターゲット上でのイオンビームの走査位置の時間的変化が一定になるように、イオンビームの走査波形を整形することを特徴とするイオンビームの走査波形整形方法。

【請求項4】前述したイオンビームの電気的検出に、イオンビームの上流側と下流側とに設けられていて、イオンビームを電気的に検出する複数のビーム検出点がイオンビームの走査方向に並設されかつ各ビーム検出点の位

(2)

3

置が予め分かっている二つの多点ビームモニタを用いることを特徴とする請求項3記載のイオンビームの走査波形整形方法。

【請求項5】電気的に平行走査されるイオンビームを電気的に検出してその走査位置の時間的変化を表す関数をイオンビームの上流側および下流側についてそれぞれ求める処理と、この関数に基づいて、互いに対応する時刻におけるイオンビームの前記上流側での位置および前記下流側での位置を求める処理と、この両方の位置の関係によってイオンビームの平行度を定量的に求める処理とを行う制御装置を備えることを特徴とするイオン注入装置。

【請求項6】電気的に平行走査されるイオンビームを電気的に検出してその走査位置の時間的変化を表す関数をイオンビームの上流側および下流側についてそれぞれ求める処理と、この関数に基づいて、イオンビームの上流側および下流側での計測位置とターゲットとの位置関係からターゲット上でのイオンビームの走査位置の時間的変化を表す関数を求める処理と、このターゲット上でのイオンビームの走査位置の時間的変化が一定になるように、イオンビームの走査波形を整形する処理とを行う制御装置を備えることを特徴とするイオン注入装置。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

この発明は、イオンビームを電気的に平行走査（パレレルスキャン）する方式のイオン注入装置におけるイオンビームの平行度測定方法、同イオンビームの走査波形整形方法およびそのような方法を実施することができるイオン注入装置に関する。

【従来の技術】

第11図は、従来のイオン注入装置の一例を部分的に示す概略図である。

このイオン注入装置は、図示しないイオン源から引き出され、かつ必要に応じて質量分析、加速等が行われたスポット状のイオンビーム2を、走査電源12から互いに180度位相の異なる走査電圧が印加される二組の走査電極4および6の協働によってX方向（例えば水平方向。以下同じ）に静電的に平行走査し、これをホルダ10に保持されたターゲット（例えばウェーハ）8に照射するよう構成されている。

走査電源12は、この例では、互いに180度位相の異なる三角波の走査電圧+Vおよび-Vを出力する。

なお、ホルダ10およびターゲット8は、例えば、図示しないホルダ駆動装置によって前記X方向と実質的に直交するY方向（例えば垂直方向。以下同じ）に機械的に走査され、これとイオンビーム2の前記走査との協働（ハイブリッドスキャン）によってターゲット8の全面に均一にイオン注入が行われるようにしている。

また、従来は、イオンビーム2のX方向の走査領域の一端部に、イオンビーム2を受けてそのビーム電流Iを

4

計測するビームモニタ14を設け、このビーム電流Iを表示装置15のY軸に、前記走査電圧（例えば+V）をX軸にそれぞれ入力し、これによってイオン注入中のイオンビーム2の走査状況をモニタするようにしている。第12図にその波形の一例を示す。

【発明が解決しようとする課題】

上記のようなイオン注入装置においては、走査電源12の故障・劣化、走査電源12と走査電極4および6とを接続するリード線の断線・劣化、あるいはビームライン構成の予期せざる変動等によって、イオンビーム2の平行度に異常を来す可能性がある。

ちなみに、イオンビーム2の平行度に異常が生じると（即ち平行度が悪くなると）、例えばターゲット8上でのイオンビーム2の走査速度や入射角が一定でなくなり、ターゲット8上での注入均一性が低下する等の不具合が生じる。

そのため従来は、当該イオン注入装置のオペレータが第12図の波形を元に平行度の異常を判断しているが、これには多くの経験が必要になるという問題がある。

また、例えば十分に経験を積んでいたとしても、①イオンビーム2の平行度の長期的な変動は分りにくい、②下流側の走査電極6の働きが完全に無効になった場合、ビーム電流波形のピークの位置が若干ずれるとしても正常時のものと全く相似な波形が得られる、③上記波形はイオン種、ビーム量、イオン源の条件等によっても、平行度の異常時と良く似た変化をする、④異常があっても走査電源12のオフセット電圧を変化させてビーム走査の中心をずらすことで、正常な波形に近いものが得られることがある、等の理由で、平行度の異常を発見することは難しい。

そこでこの発明の一つの目的は、イオンビームの平行度の異常を簡単にかつ確実に検知することができるイオンビームの平行度測定方法を提供することである。

この発明の他の目的は、更に進んでターゲット上でのイオンビームの走査速度が一定に近づくようにイオンビームの走査波形を整形するイオンビームの走査波形整形方法を提供することである。

この発明の更に他の目的は、上記のようなイオンビームの平行度測定方法およびイオンビームの走査波形整形方法を簡単に実施することができるイオン注入装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、この発明に係るイオンビームの平行度測定方法は、電気的に平行走査されるイオンビームを電気的に検出してその走査位置の時間的変化を表す関数をイオンビームの上流側および下流側についてそれぞれ求め、この関数に基づいて、互いに対応する時刻におけるイオンビームの前記上流側での位置および前記下流側での位置を求め、そしてこの両方の位置の関係によってイオンビームの平行度を定量的に求めることを

50

(3)

5

特徴とする。

また、この発明に係るイオンビームの走査波形整形方法は、電氣的に平行走査されるイオンビームを電氣的に検出してその走査位置の時間的変化をイオンビームの上流側および下流側についてそれぞれ求め、その結果に基づいて、イオンビームの上流側および下流側での計測位置とターゲットとの位置関係からターゲット上でのイオンビームの走査位置の時間的変化を求め、そしてこのターゲット上でのイオンビームの走査位置の時間的変化が一定になるように、イオンビームの走査波形を整形することを特徴とする。

また、この発明に係る第1のイオン注入装置は、電氣的に平行走査されるイオンビームを電氣的に検出してその走査位置の時間的変化を表す関数をイオンビームの上流側および下流側についてそれぞれ求める処理と、この関数に基づいて、互いに対応する時刻におけるイオンビームの前記上流側での位置および前記下流側での位置を求める処理と、この両方の位置の関係によってイオンビームの平行度を定量的に求める処理とを行う制御装置を備えることを特徴とする。

更に、この発明に係る第2のイオン注入装置は、電氣的に平行走査されるイオンビームを電氣的に検出してその走査位置の時間的変化を表す関数をイオンビームの上流側および下流側についてそれぞれ求める処理と、この関数に基づいて、イオンビームの上流側および下流側での計測位置とターゲットとの位置関係からターゲット上でのイオンビームの走査位置の時間的変化を表す関数を求める処理と、このターゲット上でのイオンビームの走査位置の時間的変化が一定になるように、イオンビームの走査波形を整形する処理とを行う制御装置を備えることを特徴とする。

#### 〔実施例〕

第1図は、この発明の一実施例に係るイオン注入装置を部分的に示す概略図である。第2図は、第1図の装置における走査電極周りを側方から見て示す概略図である。

この実施例のイオン注入装置も、図示しないイオン源から引き出され、かつ必要に応じて質量分析、加速等が行われたスポット状のイオンビーム2を、走査電源22から互いに180度位相の異なる走査電圧が印加される二組の走査電極4および6の協働によってX方向に静電的に平行走査し、これをホルダ10に保持されたターゲット8に照射するよう構成されている。

上流側の走査電極4と下流側の走査電極6との間には、この例では、イオンビーム2をY方向に所定の角度偏向させ、直進する中性ビームを分離して目的とするイオンビーム2がターゲット8に入射するように、一組の偏向電極5が設けられている。この偏向電極5は、それに印加する電圧を変えて（具体的には下げて）、イオンビーム2が後述する多点ビームモニタ24へ入射するよう

6

にすることにも用いられる。

ホルダ10およびターゲット8の、前記X方向と実質的に直交するY方向の機械的走査は、この例では、ホルダ10を支えるアーム18を可逆転式のモータ（例えばダイレクトドライブモータ）16によって矢印Rのように揺動回転させることによって行うようにしているが、必ずしもこれに限られるものではない。

二つの多点ビームモニタ24および26が、この例では、ターゲット8の上流側および下流側にそれぞれ設けられており、しかもこの例では、上流側の多点ビームモニタ24はターゲット8に照射されるイオンビーム2を遮らないように上方にずらして配置されており、下流側の多点ビームモニタ26はターゲット8の後方に配置されている（第2図参照）。

各多点ビームモニタ24、26は、イオンビーム2を電氣的に検出する複数のビーム検出点がイオンビーム2の走査方向であるX方向に並設されかつ各ビーム検出点の位置が予め分かっているものである。例えば、各多点ビームモニタ24、26は、イオンビーム2を受けてそのビーム電流Iをそれぞれ計測する複数の独立したビーム電流計測器（例えばファラデーカップ）をイオンビーム2の走査方向であるX方向に並べたものでも良いし、X方向に長い単一のビーム電流計測器の前方に、複数の孔がX方向に並んだマスクを設けたものでも良い。

いずれにしても、この多点ビームモニタ24および26は、後述するようにイオンビーム2のビーム電流Iのピークを検出することが目的であるため、絶対値としてのビーム電流Iの計測精度は必ずしも必要ではない。即ち、各多点ビームモニタ24、26内のビーム電流検出点間の検出量や感度等のばらつきは問題にならない。

両多点ビームモニタ24および26によって計測したビーム電流Iは、データロガー28によって収集かつ記録される。

またこの実施例では、このデータロガー28によって収集したデータに基づいて、後述するような演算処理等を行う制御装置30がこのデータロガー28に接続されている。

またこの実施例では、走査電極4および6に走査電圧+Vおよび-Vを供給する走査電源22を、次のような構成にしている。

即ちこの走査電源22は、外部から与えられる走査波形データ（例えば上記制御装置30から与えられる走査波形データDS）に基づいて当該走査波形データに対応する波形の走査信号VSを発生する任意波形発生器221と、それからの走査信号VSを昇圧して互いに逆極性の走査電圧+Vおよび-Vをそれぞれ出力する高圧増幅器222および223とを備えている。

任意波形発生器221は、プログラム設定することによって、あるいは外部から入力される走査波形データに基づいて、任意波形の信号を発生することができるもので

(4)

7

あり、公知のものである。

またこの任意波発生器221は、データロガー28に対して、上流側および下流側の多点ビームモニタ24および26のデータ収集を同期させるための同期信号（例えばクロック信号）SYを供給する。

次に、上記のようなイオン注入装置において、イオンビーム2の平行度を測定する方法の例を説明する。この測定は、この実施例では、ターゲット8が搬送中か、イオン注入中であってもY方向の機械的走査動作が方向転換中である等、ターゲット8およびホルダ10が注入位置

10 がないときに（即ち下流側の多点ビームモニタ26へイオンビーム2が入射するときに）行うことができる。

①まず、偏向電極5への印加電圧を適当に切り換えて、上流側の多点ビームモニタ24および下流側の多点ビームモニタ26にイオンビーム2が入射する状態で最低1往復ずつ走査を行う。この走査は、計測を正確に行う観点から、ターゲット8に対するイオン注入時と同じ条件で行うのが好ましい。

②このとき、データロガー28は、任意波発生器221からの同期信号（クロック信号）SYを用いて、任意波発生器221の1クロック分の動作に対応して、両多点ビームモニタ24および26への入射イオンビーム2のビーム電流Iのサンプリングを行う。

③上記サンプリングにより、任意波発生器221からの同期信号SYのクロック数で数えた時間t（＝クロック数×周期）とビーム電流Iとの関係を表すデータが、上流側の多点ビームモニタ24および下流側の多点ビームモニタ26についてそれぞれ得られる。この上、下流側のデータは、例えば第3図（A）に示すように、多点ビームモニタ24、26の複数のビーム検出点の中心にイオンビーム2が入射している状態に対応する複数のピークを持つ（ちなみに第3図（A）は、多点ビームモニタ24、26が前述した単一のビーム電流計測器の前方に多孔マスクを設けたタイプの場合の例である）。

この各ピークの位置の時間 $t_1$ 、 $t_2$ 、・・・は、そのときの同期信号SYのクロック数から求めることができる。

また、両多点ビームモニタ24および26の各ビーム検出点の位置は予め分かっている。例えば、第1図中に示すように、多点ビームモニタ24のビーム検出点a、bの位置は、それぞれ、 $-x_a$ 、 $-x_b$ である。

④このようにして求めた離散的な位置と時間の関係を示すデータに適当な内挿および外挿を行うことにより、例えば第3図（B）に示すように、イオンビーム2の走査位置xの連続的な時間的変化を示す関数を、上流側の多点ビームモニタ24および下流側の多点ビームモニタ26についてそれぞれ求める。この場合、イオンビーム2の平行度が全走査領域において一定である場合は、上記関数は例えば第3図（B）に示すようなきれいな三角波になり、平行度が一定でない場合は歪んだ三角波になる。

⑤上記二つの（即ち上流側および下流側についての）関

8

数から、互いに対応する時刻tにおけるイオンビーム2の上流側の多点ビームモニタ24での走査位置 $x_u(t)$ および下流側の多点ビームモニタ26での走査位置 $x_d(t)$ を求め、この両方の位置関係によって、イオンビーム2の時刻tにおける平行度を求める。

例えば、両多点ビームモニタ24および26間の距離をLとした場合、第4図を参照して、イオンビーム2の走査方向Xに直交する方向をZとした場合、イオンビーム2のこのZ方向に対する角度 $\theta$ を平行度と定義すれば、時刻tにおける平行度 $\theta(t)$ は、

$$\theta(t) = \tan^{-1} \{ (x_u(t) - x_d(t)) / L \} \quad \dots (1)$$

で定量的に求めることができる。例えば、ある時刻におけるイオンビーム2がZ方向に完全に平行な場合は、 $\theta = 0^\circ$ となる。また、この注目する時刻tを換えることにより、イオンビーム2の走査領域内での複数点の平行度を、即ち平行度の分布を、きめ細かく求めることができる。

あるいは、上記 $\theta(t)$ を求める代わりに、単に $x_u(t) - x_d(t)$ または $x_u(t) / x_d(t)$ を求めることによってもイオンビーム2の平行度を求めることができる。

以上により、イオンビーム2の平行度の測定は完了する。

なお、データロガー28で収集したビーム電流Iのデータに基づいてイオンビーム2の平行度を求める上記のような処理は、この実施例では制御装置30によって行うようにしているが、人が行っても良い。

上記のような平行度測定方法によれば、オペレータの経験とか勘というようなものに頼らずに、定量的に精度良く、イオンビーム2の平行度やその走査方向における分布を求めることができる。従って、前述したような原因によるイオンビーム2の平行度の異常を簡単にかつ確実に検知することができる。

なお、イオンビーム2の平行度の測定には、多孔マスクと紙のようなものを使用し、多孔マスクの各孔を通過したイオンビームが紙につける焼跡の位置と孔との関係で平行度を測定する方法もあるが、この方法だと、測定の度ごとに、当該イオン注入装置を構成する真空容器の真空を破って多孔マスクや紙を真空容器内に持ち込まなければならない、非常に手間や時間がかかるという問題がある。

これに対して上記測定方法では、イオンビーム2を電氣的に検出する、より具体的には多点ビームモニタ24および26で検出するようにしているので、真空容器の真空を破る必要は全くなく、必要なときにそのまま簡単に測定することができる。

また、イオンビーム2の電氣的検出には必ずしも上記例のように二つの多点ビームモニタ24および26を用いる必要はなく、例えば一つの多点ビームモニタをZ方向に

(5)

9

移動させても良いし、あるいは単一のビーム電流計測器がX方向に、あるいは更にZ方向に、移動するようなものを用いても良いが、上記例のように二つの多点ビームモニタ24および26を用いれば、可動機構が不要になり簡単な構成でしかも時間をかけずにイオンビーム2の平行度を測定することができる。このことは、後述する波形整形方法においても同様である。

次に、上記のようなイオン注入装置において、イオンビーム2の平行度測定から更に進んで、イオンビーム2の走査波形を整形する方法の例を説明する。

第5図に、大振幅および小振幅の場合のイオンビームの軌道の例を示す。軌道A、A'、B、B'は、それぞれ、一方の走査電極4およびこれと反対側の走査電極6に $+V_A$ 、 $+V_A'$ 、 $+V_B$ 、 $+V_B'$ を印加し、他方の走査電極4およびこれと反対側の走査電極6に $-V_A$ 、 $-V_A'$ 、 $-V_B$ 、 $-V_B'$ を印加した場合である。

ターゲット位置への入射点 $x_A$ 、 $x_A'$ 、 $x_B$ 、 $x_B'$ は、 $V_A' - V_A = V_B' - V_B$ のとき、通常は、

$$x_A' - x_A > x_B' - x_B$$

となる。即ち、イオンビーム2は中心に向かって集束する傾向になる。従って、 $dV/dt$ ＝一定の三角波による走査では、小振幅の部分ではターゲット上での走査速度が速くなり、大振幅の部分では走査速度は遅くなる。この結果、ターゲットへのイオン注入量は、周辺へ行くほど多くなることになる。

このような現象が起こるのは、ビーム軌道BやB'のような大振幅の場合、イオンビーム2が下流側の走査電極6を通過中に電位（正電位）の高い電極近傍を通るためにイオンビーム2が減速されて曲げ戻しの作用が大きくなるためである。

このような注入量の不均一性を補正するためには、大振幅の部分ではイオンビーム2の走査速度が速くなるような走査電圧波形が必要である。

走査波形の整形を行うこれまでの方法としては、

(A) ビームライン上に設けた多点ビームモニタや、イオンビーム2の走査方向に移動可能な単一のビームモニタを用いて、イオンビーム2の走査方向の幾つかの点でのビーム電流量を計測して、その値を元にして走査波形の整形を行うものや、

(B) ビームライン上の電位分布のシミュレーション計算から波形を生成するものがある。

ところが上記(A)の方法の場合、ビームモニタをターゲットと同一位置に設けないと、両者間の位置の差 $\Delta Z$ により、例えば第5図に示すように、

$$(x_B' - x_B : x_A' - x_A) \neq (x_B' - x_B : x_A' - x_A)$$

となるため、計測が不正確になり、ターゲット上での走査速度が一定となるような波形を正確に作り出すことができない。これを避けるためには、ビームモニタをターゲットと同一位置に正確に位置決めし、ターゲットに対するイオン注入時はその邪魔にならない位置に移動させ

10

る可動機構が必要になり、構造が複雑化するという問題がある。

また、上記(B)の方法の場合、シミュレーションモデルが複雑であり、特に走査電極端部の影響の評価が難しく、そのため正確な計算を行うには多大な時間がかかる。また、好ましい走査波形データを作って走査電源（例えば走査電源22の任意波形発生器221）に入力しても、同電源の高圧増幅器222、224等における非直線性等により、その出力である走査電圧は必ずしも入力波形データと一致せず、装置ごとのばらつきが出るため、正確な波形整形は困難であるという問題がある。

これに対して、以下に述べるこの実施例の走査波形整形方法によれば、上記のような問題点を全て解消することができる。

この実施例の走査波形整形方法も、構成的には、第1図および第2図等に示したのと同様のものを用いて行うことができる。

また波形整形のためのデータ収集等は、上記平行度測定の場合と同様、ターゲット8およびホルダ10が注入位置にない場合（即ち下流側の多点ビームモニタ26へイオンビーム2が入射するとき）に行うことができる。

波形整形の手順の例を以下に示す。

(1) まず、イオンビーム2の平行度測定の場合に説明した上記①～④の手順と同様の手順により、イオンビーム2の上流側の多点ビームモニタ24および下流側の多点ビームモニタ26での、連続的な時間の関数としての走査位置を求める。

(2) 次に、両多点ビームモニタ24、26とターゲット8との位置関係および上記(1)で求めた関数により、ターゲット8上での時刻 $t$ におけるイオンビーム2の走査位置を求める。

即ち第6図を参照して、ターゲット8と多点ビームモニタ24および26との間の距離をそれぞれ $L_1$ 、 $L_2$ とした場合、時刻 $t$ での多点ビームモニタ24上での走査位置 $x_u(t)$ および多点ビームモニタ26上での走査位置 $x_d(t)$ から、ターゲット8上での走査位置 $x_t(t)$ は、

$$x_t(t) = (L_2 x_u(t) + L_1 x_d(t)) \div (L_1 + L_2) \quad \dots (2)$$

で求める。

上記(2)式によるターゲット8上での走査位置 $x_t(t)$ の時間的変化の例を第7図に示す。ターゲット8上でのイオンビーム2の走査速度が一定であれば、例えば破線Cで示すような直線となり、例えばターゲット8の周辺部で走査速度が遅い場合は（例えば第5図に示したようにイオンビーム2が中心に向かって集束しているような場合は）、実線Dで示すように直線から歪んだものとなる。

(3) 上記により、ターゲット8上での走査速度が一定であれば、走査波形整形の必要はないので、処理は終了

(6)

11

する。

(4) 一定でない場合、イオンビーム2のビーム電流Iのサンプリングを行ったときに任意波形発生器221から出力した走査信号VSのデータ（例えば第8図中の実線Eで示すような波形）は分かっているため、これと第7図で説明した関数とから、走査信号VSとターゲット8上でのイオンビーム2の走査位置 $x_1$ との対応を求める。その結果、上記例では第9図に示すような関数が得られる。これから、走査電源22の任意波形発生器221からどのような値の走査信号VSを出力したら、ターゲット8上でイオンビーム2がどこに来るかが分る。

(5) この第9図のような関数を元に、走査信号VSの波形を整形して、第7図のカーブが直線化するようにする。例えば上記例では、第8図中に破線Fで示すように、走査信号VSのピーク付近を少し持ち上げれば良い。この実施例では、制御装置30においてこの走査信号VSに対応する走査波形データDSを作り直してこれを任意波形発生器221に与えるようにしている。

(6) その後は、必要に応じて上記(1)に戻って、ターゲット8上において必要とする一定の走査速度が得られるまで、即ち第7図の実線Dで示すカーブが所望の直線になるまで、上記と同様の処理を繰り返せば良い。

上記のような走査波形整形方法によれば、従来のビームモニタ上での走査速度を計測する方法と違って、ターゲット8上でのイオンビーム2の走査速度を計算により求めるようにしており、しかもイオンビーム2は電極通過中を除いては直進するのでターゲット8上での走査速度は正確に求めることができるので、多点ビームモニタ24、26とターゲット8との間の位置の差を無視することができ、ターゲット8上でのイオンビーム2の走査速度が一定になるような、即ちターゲット8上の走査方向のイオン注入量が均一になるような走査波形を正確に作り出すことができる。

しかも、多点ビームモニタ24、26は可動にする必要がないので、構造的にも簡単なもので済む。

また、イオンビーム2のビーム電流Iのサンプリングは、他に異常がない限り、上、下流側の多点ビームモニタ24、26で1往復ずつの合計2往復の走査で良いため、従来の電位分布のシミュレーションを行う方法と違って、波形整形を高速で行うことができる。

しかも、この実施例の方法では、走査電源22の高圧増幅器222、223等における非直線性をも含めて波形整形することになるので、高圧増幅器222、223等の特性のばらつきに影響されことなく正確な波形整形が可能である。

なお、以上においては、多点ビームモニタ24および26がターゲット8を挟んで配置されている場合を例に説明したが、必ずしもそのようにする必要はなく、基本的には両多点ビームモニタ24、26をイオンビーム2の上流側と下流側とに配置すれば良い。

12

また、一方または両方の多点ビームモニタ24、26を、ターゲット8に対するイオン注入の際のビーム軌道から上下方向(Y方向)にずらしても、X方向に走査されるイオンビーム2の走査位置の時間的変化の計測に支障はない。

また、走査電源22を、例えば第10図に示すように、前述した制御装置30から走査波形データDS<sub>1</sub>およびDS<sub>2</sub>を受けて互いに逆極性の走査信号+VSおよび-VSをそれぞれ発生する二つの任意波形発生器221および224と、それらをそれぞれ昇圧して互いに逆極性の走査電圧+Vおよび-Vを出力する二つの高圧増幅器222および225とで構成し、この各任意波形発生器221および224に制御装置30から前記と同様にして算出した走査波形データDS<sub>1</sub>およびDS<sub>2</sub>をそれぞれ与えるようにしても良く、そのようにすれば走査電極4および6に供給する走査電圧の波形を+V側と-V側とで互いに独立して変えることができるので、よりきめ細かな補正を行うことができるようになる。

また、この発明は、上記例のようにイオンビーム2を静電的に平行走査する場合だけでなく、磁場による偏向を併用する等して平行走査する場合にも適用することができる。

また、この明細書においてX方向およびY方向は、直交する2方向を表すだけであり、従って例えば、X方向を水平方向と見ても、垂直方向と見ても、更にはそれから傾いた方向と見ても良い。

〔発明の効果〕

以上のように請求項1および5記載の発明によれば、オペレータの経験とか勘に頼ることなく、イオンビームの平行度を、またその走査方向における分布を、定量的に精度良く測定することができる。従って、種々の原因によるイオンビームの平行度の異常を簡単にかつ確実に検知することができる。しかも、イオン注入装置を構成する真空容器の真空を破る必要がないので、必要なときに簡単に平行度を測定することができる。

また、請求項1記載の平行度測定方法において、イオンビームの電気的検出に二つの多点ビームモニタを用いれば、簡単な構成でしかも時間をかけずに平行度を測定することができるようになる。

また、請求項3および6記載の発明によれば、ターゲット上でのイオンビームの走査速度を計算により求めるようにしているので、ターゲット上でのイオンビームの走査速度が一定になるような、即ちターゲット上の走査方向のイオン注入量が均一になるような走査波形を正確に作り出すことができる。しかも、イオンビームの計測は、上流側および下流側において最低限1往復走査ずつで良いため、従来の電位分布のシミュレーションを行う方法と違って、波形整形を高速で行うことができる。

また、この発明では、走査電源における非直線性も含めて波形整形するようになるので、走査電源の特性のば



(7)

13

らつきに影響されことなく正確な波形整形が可能になる。

また、請求項3記載の波形整形方法において、イオンビームの電氣的検出に二つの多点ビームモニタを用いれば、簡単な構成でしかも時間をかけずに波形整形を行うことができるようになる。

#### 【図面の簡単な説明】

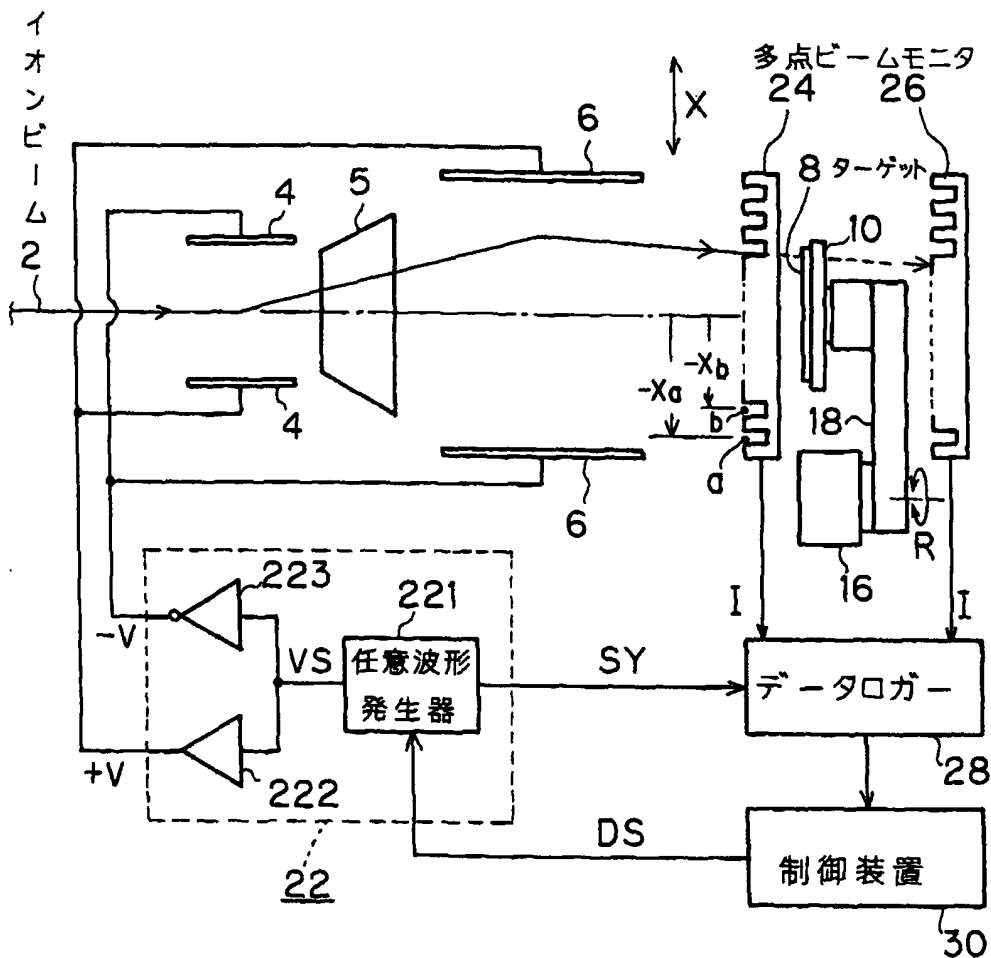
第1図は、この発明の一実施例に係るイオン注入装置を部分的に示す概略図である。第2図は、第1図の装置における走査電極周りを側方から見て示す概略図である。第3図(A)は多点ビームモニタで計測したビーム電流波形の一例を示すものであり、同図(B)はこの波形に基づいて得られるイオンビームの走査位置の時間的変化の一例を示すグラフである。第4図は、上流側の多点ビームモニタ上および下流側の多点ビームモニタ上でのイオンビームの走査位置の関係の一例を示す図である。第5図は、大振幅および小振幅の場合のイオンビームの軌

14

道の例を示す図である。第6図は、上流側の多点ビームモニタ上、下流側の多点ビームモニタ上およびターゲット上でのイオンビームの走査位置の関係の一例を示す図である。第7図は、イオンビームの走査位置の時間的変化の一例を示すグラフである。第8図は、走査信号の時間的変化の一例を示すグラフである。第9図は、走査信号とイオンビームの走査位置との関係の一例を示すグラフである。第10図は、走査電源の他の例を示すブロック図である。第11図は、従来のイオン注入装置の一例を部分的に示す概略図である。第12図は、イオン注入中のビーム電流波形の一例を示す図である。

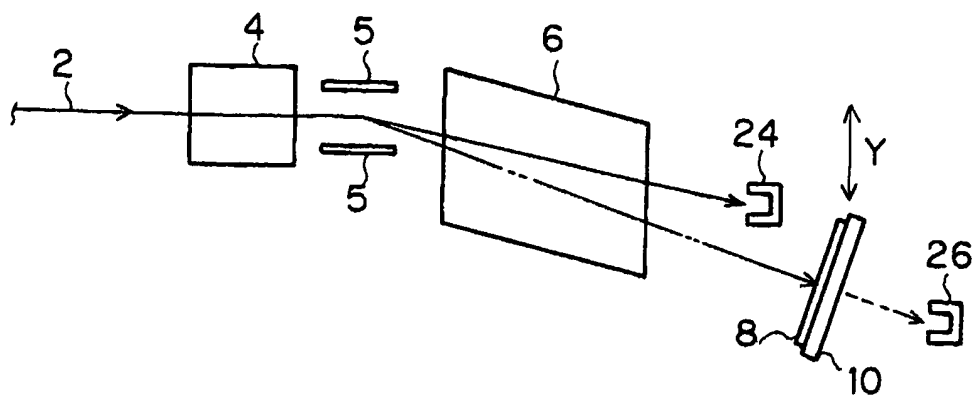
2……イオンビーム、4……走査電極、5……偏向電極、6……走査電極、8……ターゲット、22……走査電源、221……任意波形発生器、222、223……高圧増幅器、24、26……多点ビームモニタ、28……データロガー、30……制御装置。

【第1図】

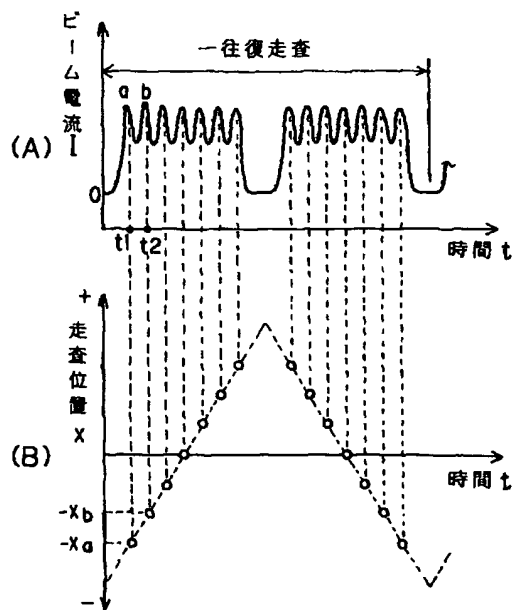


(8)

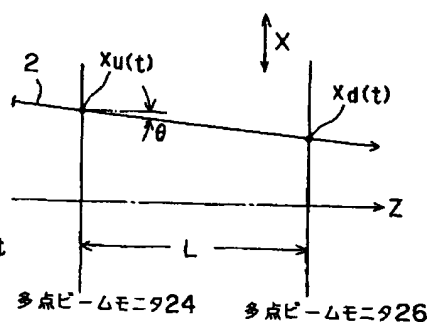
【第2図】



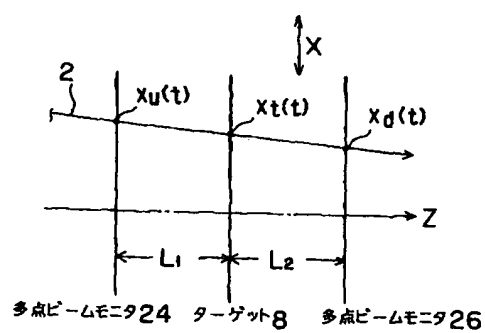
【第3図】



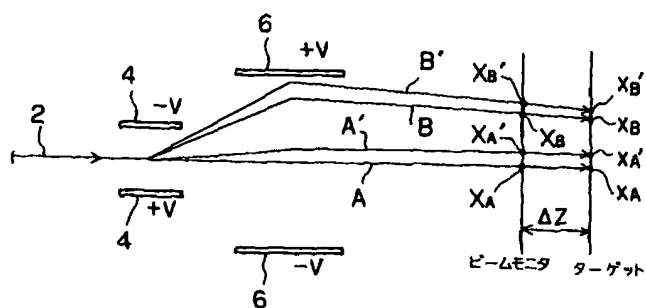
【第4図】



【第6図】

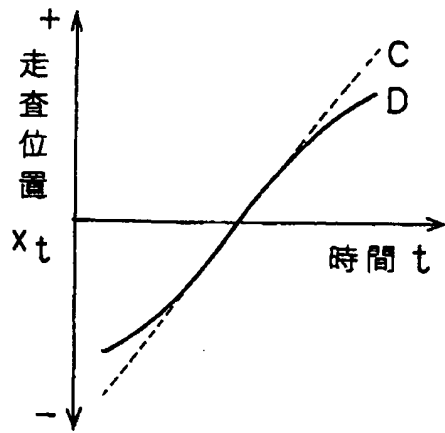


【第5図】

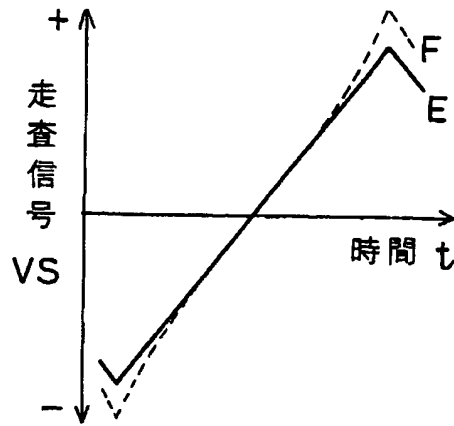


(9)

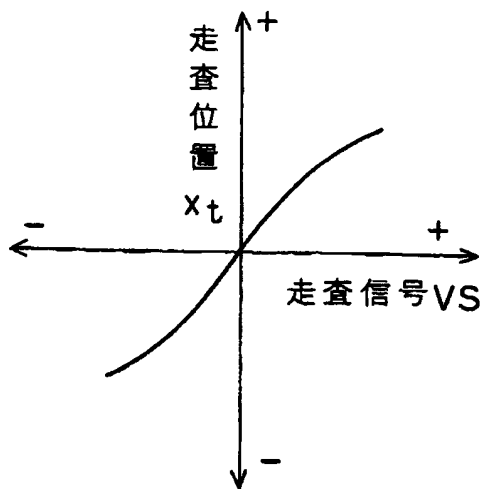
【第7図】



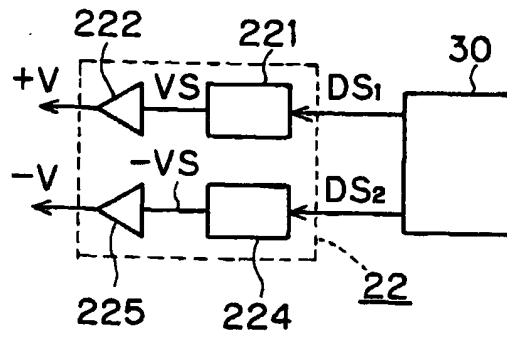
【第8図】



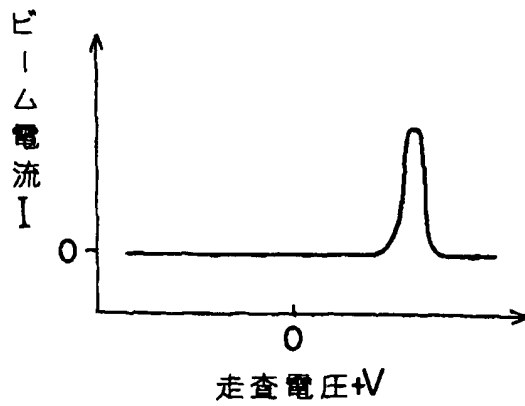
【第9図】



【第10図】

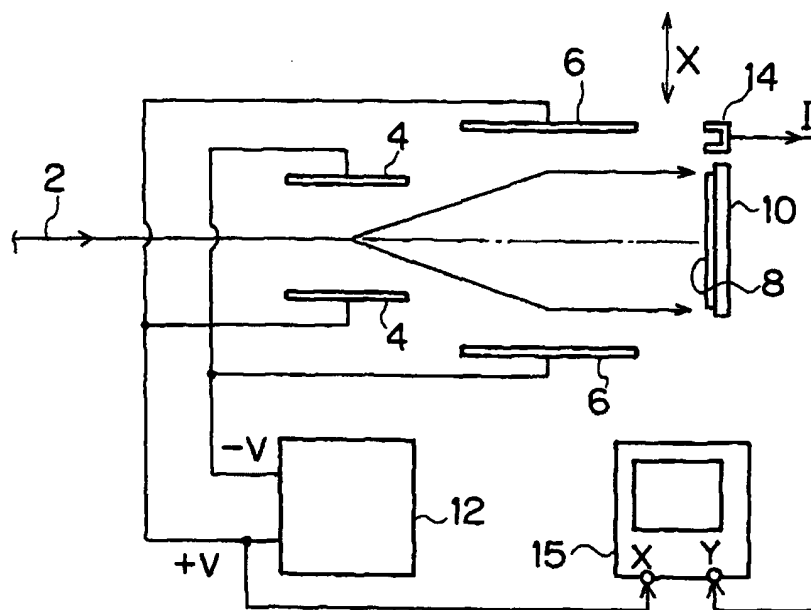


【第12図】



(10)

【第11図】



フロントページの続き

(58) 調査した分野 (Int. Cl. 6, DB名)

G21K 5/04  
G01T 1/29  
H01J 37/04  
H01L 21/265